

*Originalan naučni rad  
UDC: 539.1.04:614.876*

## ANALIZA KARIOTIPA KOD RADNIKA PROFESIJSKI IZLOŽENI MALIM DOZAMA JONIZUJUĆEG ZRAČENJA

Dubravka Jovičić<sup>1</sup>, Snežana Milačić<sup>2</sup>, Boban Rakić<sup>2</sup>, Ana Đorđević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultet za primenjenu ekologiju – FUTURA. Univerzitet Singidunum, Beograd

<sup>2</sup>KCS- Institut za medicinu rada i radiološku zaštitu "Dr Dragomir Karajović", Beograd

### REZIME

Cilj istraživanja je bio da se utvrde oni ispitanici, koji su i posle isključenja iz zone imali hromozomske promene. Prva grupa (I) od 30 ispitanika je bila izložena delovanju jonizujućeg zračenja i kod njih su konstatovane nestabilne hromozomske aberacije. Drugu grupu (II) su predstavljali isti ispitanici (30), devet meseci, nakon izlaganja jonizujućem zračenju. Kontrolu (K) su sačinjavala 64 ispitanika koja nisu bila izložena genotoksičnim agensima na svojim radnim mestima. Konstatovano je da su kod 5 (16.67%) ispitanika i dalje prisutne nestabilne aberacije u većem frekventnom obimu, i nakon isključenja iz zone zračenja. U poređenju sa kontrolom u odnosu na obadve ispitivane grupe došlo je do smanjenja nestabilnih hromozomskih aberacija ( $p < 0.05$ ). Ukupna efektivna doza raste sa godinama rada u zoni, i učestalost hromozomskih aberacija odgovara apsorbovanoj dozi, očitanoj sa TL dozimetara. Prisustvo hromozomskih promena i nakon prestanka izlaganja jonizujućem zračenju ukazuje da njihovo prisustvo zavisi od individualne radiosenzitivnosti i sposobnosti reparativnog odgovora ćelije.

Ključne riječi: *hromozomske promene, nivo doze, genetički efekti, zaposleni u medicinskim stanovima*

## CYTOGENETIC ANALYSIS OF LYMPHOCYTES WORKERS OCCUPATIONALLY EXPOSED TO IONIZING RADIATION EFFECTS

### ABSTRACT

Occupational exposure is particularly delicate because of chronic exposure to low doses of ionizing radiation and its cumulative effect, where it is important to consider the biological response of body to given conditions of exposure. The objective of this study was the observation of the recovery of the DNA damages in subjects working in the radiation area in two different intervals. Group I, consisting of 30 subjects, was exposed to ionizing radiation and unstable chromosomal aberrations were identified. Group II included the same, re-examined subjects (30) 9 months later. It was verified that 5 (16.67%) subjects still had unstable chromosomal aberrations, although they had been excluded from radiation area. Controls groups (C) consisted of 64 subjects that were not exposed to mutagenic agents. The comparison of the control group with the two studied groups revealed the reduction of the unstable aberrations ( $p < 0.05$ ). The total effective doses, which increased with the years spent in radiation area, reflected the yield of chromosomal aberrations. The presence of chromosomal aberrations in some subjects, after the exclusion from the ionising radiation exposure, suggests that the time needed for the recovery of the DNA damages is different, which indicates the individual differences in radiosensitivity as well as different of the reparatory cellular response.

Key words: *chromosomal damages, dose rate, genetic effects, occupational and medical*

## UVOD

U profesionalnoj patologiji, otkrivanje radijacionih oštećenja je veoma važno, posebno u dokazivanju da neke promene u zdravstvenom stanju ispitanika, mogu biti posledica hronične ekspozicije jonizujućem zračenju. Mnogi istraživači su ispitali uticaj malih doza zračenja kod radnika zaposlenih u zdravstvenim ustanovama i konstatovali da je došlo do povećanja incidence hromozomskih aberacija u odnosu na kontrolnu grupu [1,4].

Savremena istraživanja su pokazala da je radiološka izloženost zadržavala "povrede"na DNA-a i hromozomima u mnogim događajima u ćelijskim generacijama i nekoliko dekada nakon izloženosti. Naša istraživanja obuhvatila su analizu hromozomskih aberacija kod radnika Kliničkog Cenra Srbije, koji su profesionalno izloženi delovanju jonizujućeg zračenja i vreme oporavka eventualno detektovanih DNA-a povreda kod istih ispitanika nakon određenog vremenskog perioda, po prestanku rada u zoni zračenja. Rezultate istraživanja obe grupe radnika poredili smo sa kontrolnom grupom koja nije bila profesionalno izložena genotoksičnim agensima na svojim radnim mestima.

## MATERIJAL I METODE

Istraživane su dve iste grupe ispitanika: 30 zdravstvenih radnika (I grupa) koji rade u zoni zračenja i 30 istih ispitanika (II grupa) nakon 9 meseci posle isključenja iz zone. Kontrolu (K) su sačinjavala 64 ispitanika prosečne starosti  $X(sd)$  33.2 (9.7) i radnog staža  $X(sd)$  2.7 (4.7) koja nisu bila izložena delovanju genotoksičnih agenasa na svojim radnim mestima.

Istraživanjem su obuhvaćeni ispitanici oba pola sa prosečnom starošću  $X(sd)$  39.7 (7.8) i prosečnim ekspozicionim radnim stažom  $X(sd)$  13.9 (8.7).

Za analizu indukovanih hromozomskih aberacija u ćelijama limfocita periferne krvi čoveka, korišćena je modifikovana Moorhead-ova mikrometoda [5] i klasična citogenetska tehnika. Analizirano je 200 metafaza po ispitaniku [6].

Apsorbovane doze zračenja na ispitanicima merene su termoluminiscentnim ličnim dozimetrima (TLD) mesečno u toku izloženosti na radnim mestima [7].

## STATISTIČKA ANALIZA

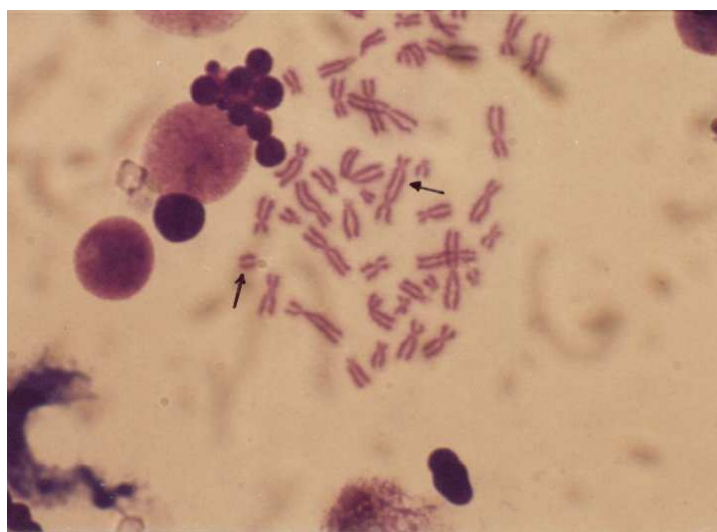
Rezultati su obrađeni pomoću studentovog t- testa, Wilcoxon testa i Z - testa. Nivo značajnosti za sve primenjene analitičke metode je bio 0.05.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Na Tab. 1, prikazani su rezultati eksponovanih grupa (I i II) i kontrole (K). Učestalost hromozomskih aberacija je u korelaciji sa apsorbovanom dozom očitanoj sa personalnih dozimetara (Tab.2). Naši rezultati u saglasnosti su sa literaturnim podacima Kosube i sar. koji su pratili nestabilne aberacije duži vremenski period u limfocitima periferne krvi osoba koje su izložene jonizujućem zračenju. Promene su praćene u više vremenskih intervala. Dobiveni rezultati nisu pokazali da popravak oštećenja zavisi o vremenu u svim slučajevima što upućuje na individualne razlike [8], sl. 1.

Pod uticajem malih doza kakve se obično i apsorbuju u radnoj sredini ili na kontaminiranim područjima, mogu se pojaviti promene u humanom kariotipu a neke od njih i duže zadržati. Razloge kretanja učestalosti hromozomskih aberacija prilikom našeg istraživanja treba tražiti pre svega u različitoj

radioosetljivosti, i varijabilnosti DNA reparativnih procesa, kao i u uslovima na radnim mestima, te neadekvatnoj primeni mera zaštite na radu.



Slika 1. Mezafaza sa dicentričnim hromozomom kod ispitanika izloženih jonizujućem zračenju  
Figure 1. Metaphase with dicentric chromosomes in subject exposed to ionizing radiation

Tabela 1. Prikaz hromozomskih aberacija kod dve grupe profesionalnoizloženih radnika i kontrolne grupe

Table 1. Chromosomal aberration analysis in two groups of studied subjects (n=94)

	Prvi pregled (n=30)	Pregled nakon 9 meseci (n=30)	Kontrola (n=64)
Broj aberantnih ćelija			
X (sd)	3.4 (1.8)	2.4 (1.4)* ‡	0.8 (0.9)†
Range	1-7	0-7	0-4
Dicentrik			
X (sd)	0.8 (0.7)	0.2 (0.4)* ‡	0 (0.1)†
Range	0-3	0-1	0-1
Acentrični fragment			
X (sd)	2.1 (1.2)	0.7 (0.9)* ‡	0.3 (0.6)†
Range	1-5	0-4	0-3
Ring			
X (sd)	0.7 (0.4)	0 (0)*	0 (0.1)†
Range	0-1	0-0	0-1
Hromat.prekid			
X (sd)	0.8 (1.0)	0.9 (1.0) ‡	0.5 (0.6)†
Range	0-3	0-3	0-2
Hromozomski prekid			
X (sd)	0.5 (1.1)	0.7 (0.7) ‡	0.2 (0.5)†
Range	0-5	0-2	0-2
Hromatidne inter - izmene			
X (sd)	0.1 (0.3)	0 (0)	0 (0)†
Range	0-1	0-0	0-0

<sup>x</sup> Vrednosti prikazane na 200 pregledanih ćelija.

\* p<0.05 u odnosu na prvi pregled

† p<0.05 u odnosu na prvi pregledin

‡ p<0.05 u odnosu na kontrolu godine

kontrola

X(sd) 33.2(9.7)

radni staž X(sd) 2.7(4.7)

Tabela 2. Prikaz ukupne efektivne doze za period ekspozicije u mSv kod ispitanika zaposlenih u zdravstvenim ustanovama  
 Table 2. The total effective doses of radiation in subjects, during the observed period

Broj Ispitanika	Zanimanje	Godine rada u zoni	Merenje doze u poslednjoj god. u mSv (2003)	Ukupna efektivna doza u mSv	Dicentrik +ring %
1	Techničar	7	0.45	9.65	0.5
2	Techničar	19	0.94	106.76	1
3	Techničar	1	0.96	4.90	0.5
4	Techničar	4	ND	ND	0.5
5	Techničar	13	0.95	28.21	0.5
6	Techničar	12	ND	24.67	0.5
7	Techničar	7	1.95	11.62	1
8	Techničar	12	ND	17.73	1
9	Techniar	7	1.41	13.28	0.5
10	Techničar	3	ND	3.21	0.5
11	Techničar	9	1.70	21.07	0
12	Techničar	9	ND	11.72	0.5
13	Techničar	6	0.89	7.29	0.5
14	Techničar	7	ND	ND	0
15	Techničar	8	ND	13.77	0.5
16	Techničar	5	1.03	7.31	1
17	Techničar	12	ND	14.89	1
18	Techničar	1	ND	0.95	0
19	Techničar	2	ND	ND	0
20	Techničar	8	ND	10.24	1.5
21	Techničar	9	ND	18.48	0.5
22	Techničar	5	1.21	18.95	0.5
23	Techničar	3	1.83	3.77	1
24	Techničar	12	ND	ND	0.5
25	Techničar	15	ND	ND	0
26	Techničar	11	ND	ND	0.5
27	Techničar	19	1.11	24.11	0.5
28	Techničar	15	0.97	16.42	0.5
29	Techničar	20	ND	ND	0.5
30	Tehničar	11	ND	ND	0.5

ND-nije detektovan

#### LITERATURA

1. Bonassi S, Forni A, Bigatti P, Canevarollo N, Ferrari M De, Lando C, Padovani P, Bevegni M, Stella M, Vecchio D, Puntoni R. Chromosome aberrations in hospital workers: Evidence from surveillance studies in Italy (1963 – 1993). *Am J Ind Med* 1997;31:353-360.
2. German U, Ben-Shachar B, Weinstein M, Twenty Five Years of TL-Dose Measurements at the NRC-NEGEV, IRPA-10 2000; Proceedings, Hiroshima, Japan, P-3b-168.
3. Kašuba V, Rožgaj R. and Šentija K: Chromosomal aberrations in medical staff occupationally exposed to X-rays: a follow-up study. *Arh hig rada toksikol* 1998;49,1-8
4. Manual M. Cytogenetic Analysis for Radiation dose Assessment. Vienna: International atomic energy agency, Technical reports series No.405. 2001:14-40.
5. Moorhead, P.S. et al. Chromosome preparation of leukocytes cultured from human peripheral blood. *Exp. cell.* 1960;RES, 20: 613 – 616.

6. Pincheira J, I Lopez and S Sanhueza: G2 repair and chromosomal damage in lymphocytes from workers occupationally exposed to low-level ionizing radiation. *Biol Res* 1999; 32, 297-306.
7. Rozgaj R, Kosuba V, Perić M. Chromosome Aberrations in Operating Room Personnel. *American Journal of Industrial Medicine* 1999; 35:646-66.
8. Rozgaj R, Kasuba V, Simic D. The frequency of dicentrics and acentrics and the incidence of rogue cells in radiation workers. *Mutagenesis* 2002; 17(2):135-139.